الخصائص المورفومترية الأساسية لحوض تصريف وادي العوتيب

أ.م.د. طوفان سطام حسن
جامعة كركوك – كلية التربية للعلوم الإنسانية

أ.م.د. محمد فتح الله محمد أحمد
جامعة الخرطوم – كلية علوم الجغرافيا والبيئة

مستخلص :-

تناولت الدراسة بالبحث والتحليل الخصائص المورفومترية morphometrics لحوض تصريف وادي العوتيب ،جنوب مدينة شندي ولاية نهر النيل (السودان) مستخدمة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، لدراسة أهم الخصائص المورفومترية التي يتميز بها حوض الوادي ، مثل شبكة التصريف ، والقياسات المتعلقة بها وشكل الحوض وتأثيره على كمية المياه المنصرفة منه، والخصائص التضاريسية للحوض ومدى تأثيرها على الجريان وقد اعتمدت الدراسة على صورة جوية تبين حوض وادي التصريف مأخوذة من القمر الصناعي الأمريكيLand Sat بدقة تصل الى ثلاثين مترا.

أوضحت الدراسة المورفومترية للوادي أهمية الخصائص المورفومترية في تحديد شكل الوادي ، والذي كان معامله حوالي (٠,٢٨) مما يشير الى انتظام الشكل العام للوادي والذي بلغت مساحته حوالي (٢٤٦٢كلم مربع) ،وكثافة التصريف فيه (١,٤كلم\كلم مربع) ، وكانت نسبة التشعب بالوادي (٣,٥)، بالإضافة الى الخصائص الأخرى بما يسهم في تقديم رؤية واضحة لكيفية وضع الدراسات المبنية على هذه الحقائق في تنمية الوادي ، والاستفادة من مائيته وفقا لمخرجات هذه الدراسة.

أظهرت الدراسة أهمية دراسة الخصائص المورفومترية في تحديد جوانب متنوعة لها أهميتها في المجالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية ذات العلاقة بالمشاريع التنموية المختلفة كالسدود والخزانات وحصاد المياه .

أوصت الدراسة بتعميق وتطوير مفاهيم التنمية المتكاملة والمستدامة لأنظمة هذه الوديان ، بما يتيح فرصة أكبر للاستفادة من إيراداتها المائية المهدرة، وذلك بوضع خطط عمل واستراتيجيات لتحسين الموارد المائية وإدارتها بهذه الأودية.

مقدمة :-

يتمثل موضوع البحث في تقديم دراسة مورفومترية لأودية البيئات الجافة وشبه الجافة (وادي العوتيب بولاية نهر النيل – السودان – كحالة دراسية تطبيقية) ، حيث تعتبر مياه المجاري السطحية الموسمية من أهم مصادر المياه للشرب والزراعة بشقيها بهذه المناطق، وفي ظل التسابق المحموم في عالم اليوم نحو مصادر المياه العذبة ، والعمل الجاد على الاستفادة من أى فائض مائي وتقليل الهدر في المناطق الجافة وشبه الجافة أعطى مجال تنمية موارد المياه السطحية حجما تزايد مع تطور تقنيات الكشف والتقدير ، فان دراسة هذه الأودية والاستفادة منها أضحت ضرورة .

ترتبط الدراسات المورفومترية إطلاقا بالرتب والتشعب وأنماط التصريف الطبيعي المؤثرة في شكل الأودية وما يتصل بها من قياسات ، ويركز التحليل المورفومتري لأحواض التصريف ، على الخصائص الشكلية لحوض التصريف ، وخصائص التوزيع المكاني لشبكة قنوات التصريف ، وأطوالها ودرجة تعرجاتها .

تعتبر الدراسات الهايدرومورفوية والمورفومترية من أبرز التطبيقات الحديثة في علمي الجيومورفولوجيا والهايدرولوجيا، خاصة في ما يتعلق بتقنيات حصاد المياه المرتبطة بالتصريف المائي للأودية، وفي ذات الوقت مخاطر الفيضانات والسيول، وقد تقدمت الدراسات المورفومترية مع نهايات القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، بصورة أصبحت فيها أكثر دقة في التحليل وتطبيقات الخرائط، وذلك من خلال استخدام البرمجيات الحاسوبية ذات الصلة في تفسير صور الأقمار الصناعية، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، فأصبحت معالجة الخرائط المورفومترية وبياناتها أكثر دقة. وتنبع أهمية هذه الدراسة من تعميق وتطوير مفاهيم التنمية المتكاملة والمستدامة لأنظمة هذه الوديان، ووضع خطط عمل واستراتيجيات لتحسين مواردها المائية وذلك من خلال تنمية الغطاء النباتي وحصاد المياه.

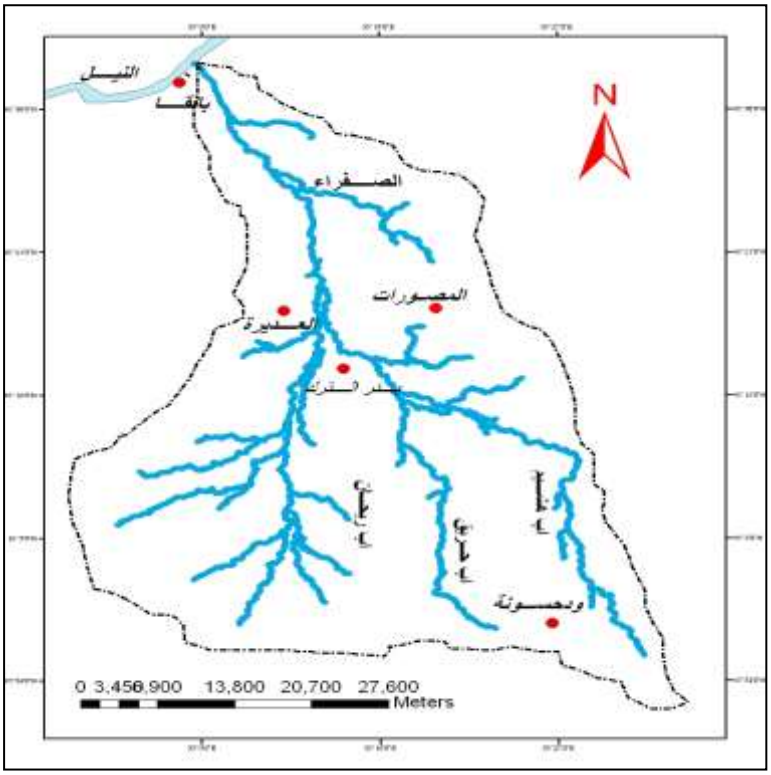
منطقة الدراسة:-

تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لمحلية شندي بولاية نهر النيل (السودان) ، والتي تقع بين خطى طول (٣٣,٠٦ – ٣٣,٢٧ درجة شرقا) ، ودائرتي عرض (١٦,٢٤ – ١٦,١٠ درجة شمالا) ، وتمثل الحدود الجنوبية لولاية نهر النيل المتاخمة شمالا لولاية الخرطوم ، وتبلغ المساحة الكلية للمحلية حوالي (٣٢٥٠ كلم مربع) .وتغطي هذه الدراسة وادي العوتيب الذي يقع

على بعد حوالي (٧٢كلم) جنوب مدينة شندي ، وحوالي (١٥٠كلم) شمال مدينة الخرطوم وتوجد منابعه العليا في ولاية الخرطوم ، ويعتبر ثاني أكبر وأهم الأودية في ولاية نهر النيل ، حيث يصب في النيل جنوب منطقة بانقا ، ويتكون من أربعة روافد هي:

- وادي أب ريحان ، يمر في سهل زراعي واسع ويصب في وادي العوتيب في منطقة العديرة
- وادي أب حريق ، يلتقي مع وادي العوتيب في منطقة بئر الترك .
- وادي أب هشيم ، يسمى بالعوتيب بعد منطقة العديرة ، وتقع منابعه العليا شرق منطقة ود حسونة بولاية الخرطوم ، ويعتبر هذا الوادي نموذجا جيدا لإقامة سد تبعا لطبيعته الملائمة لذلك.
- وادي الصفراء ،يجري خلال الجبال الشرقية من منطقة المصورات الصفراء، ويلتقي بالعوتيب الى الشمال من منطقة النقعة الأثرية.

شكل (١) الأفرع الرئيسية لوادي العوتيب



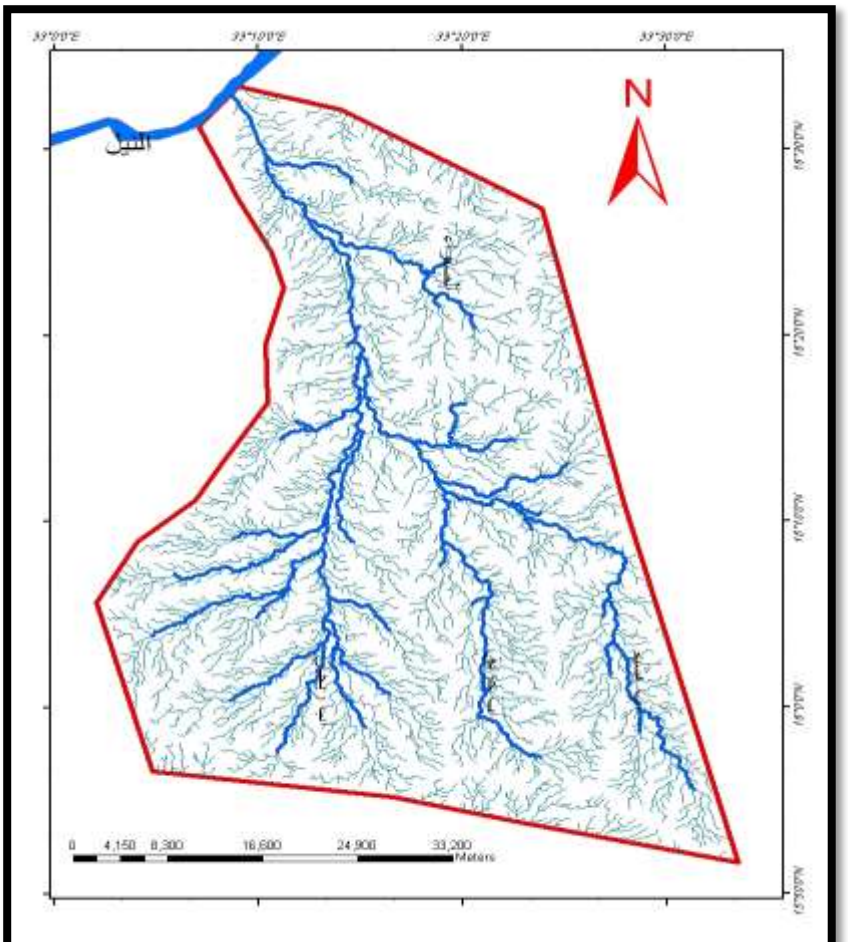
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي الأمريكي لاند سات

منهج وتحليل الدراسة :-

لعب العمل الميداني دورا مهما في هذه الدراسة ،وذلك من خلال توفير البيانات الحقلية،وإجراء القياسات والحصول على عينات الرواسب ، بالإضافة الى الاستفادة من الصور الفضائية والرادارية في إجراء بعض القياسات المتعلقة بجوانب التحليل المورفومتري لشبكة الحوض المائية والتحليل الإحصائي ، وقد استخدمت الدراسة عدة مناهج بما يتلاءم وطبيعة مثل هذه الدراسات ، كالمنهج المسحي الوصفي، والمنهج الكمي الإحصائي ، والذي أعطى الجوانب المسحية الوصفية بعدا كميا ، وقد استخدم الباحث وسائل التحليل المورفومتري والذي أسسه (هورتون١٩٤٥م) والذي كان له الفضل في اتخاذ حوض التصريف Drainage Basin كوحدة جيومورفولوجية عند الدراسة ، وبالتالي وضع المنهج والأساس للدراسات المورفومترية ، بالإضافة الى ذلك استخدم الباحث الإحصاء، حيث يقوم المنهج الإحصائي على تجميع المادة العلمية تجميعا كميا، وهو بذلك يعكس نتائج البحث العلمي في صورة رياضية بالأرقام والأشكال البيانية ، بمعنى انه يحول اللغة الكيفية الى لغة كمية .

استفاد الباحث من الاستعانة باستخدام المرئيات والبيانات الرقمية ، والبيانات الميدانية في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية عن حوض وادي العوتيب ، وذلك على برامج(Are GIS٩,٢) ، لتوقيع حدود حوض التصريف والأحواض الفرعية ، ورسم تفاصيل شبكة التصريف داخل الحوض، كما جرى التحقق ميدانيا من بعض النقاط المتعلقة بهذا الأمر ، سواء كانت متعلقة بحدود الحوض أو تفاصيل شبكة التصريف داخله ومن ثم إنتاج الخرائط بصورتها النهائية.

شكل(٢) الشبكة المائية لحوض تصريف وادي العوتيب



المصدر :- عمل الباحث من الصور الرادارية باستخدام GIS

نتائج ومناقشة تحليل الخصائص المورفومترية لشبكة تصريف الوادي :-

أولا :- الخصائص الشكلية لشبكة التصريف:-

(١) طول الحوض

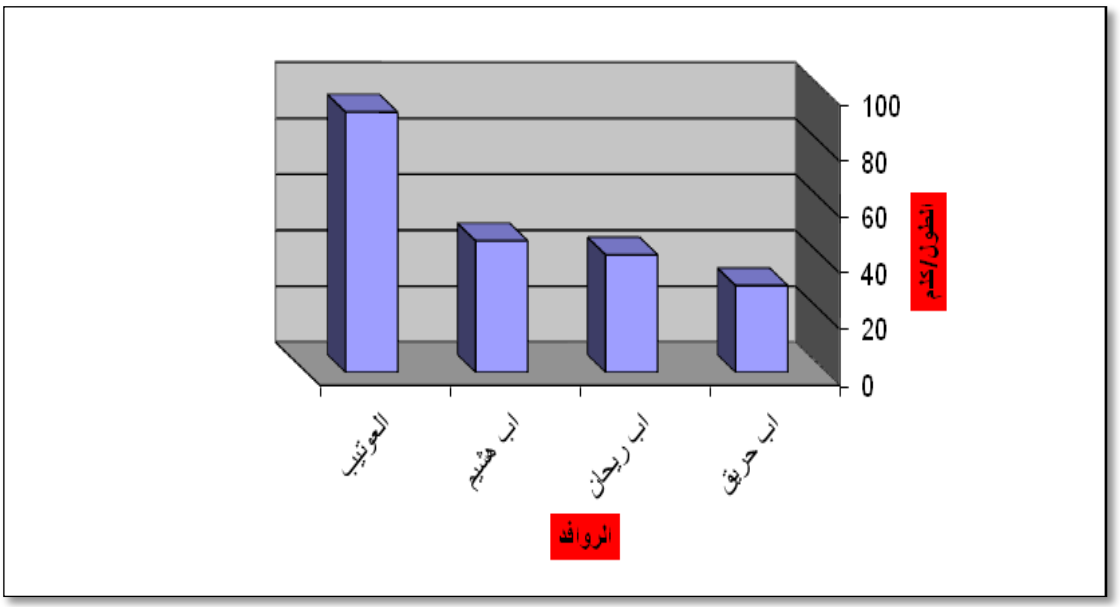
يعد طول الحوض من الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها لحساب بعض المعاملات المورفومترية ، ويتم عادة قيا س الأطوال بطرق مختلفة، لها ارتباط بطبيعة شكل الحوض وطبيعة امتداده، ويتم قياسه سواء كان لدراسة أشكال هذه الأحواض، أو لإيضاح خصائصها التضاريسية، ويؤثر طول الحوض على نسبة التصريف، والتسرب والتبخر ، فيؤثر ذلك على سرعة الجريان ، فتكون أقل في الوادي الطويل وتزيد في الأودية القصيرة وبالتالي فان نسبة التسرب والتبخر تكون أكبر في

الأودية الطويلة، مقارنة بالأودية القصيرة ..وقد أوضحت القياسات التي أجريت على وادي العوتيب ،(شكل ٣)إن طوله بلغ ٩٣ كلم ، وذلك بقياسه من نقطة المصب الى أعلى نقطة في الحوض أعلي وادي أب ريحان ، وتتفاوت أطوال روافده الرئيسية ، حيث بلغ طول وادي أب ريحان ٤١ كلم ، أما وادي أب حريق فقد بلغ طوله ٣١كلم ، ووادي أب هشيم ٤٧ كلم . وهى في مجملها أطوال متقاربة نسبيا ، ولكنها بلا شك تشير الى أن ذلك له تأثيرات على المنصرف من مياه كل وادي ومدى مساهمته في مائية وادي العوتيب كوحدة مائية ومتكاملة.

(٢) المساحة : –

تعرف مساحة الحوض بأنها كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر أو الوادي (الصالح١٩٩٢م)، وتعتبر المساحة من الخصائص المورفومترية المهمة ، والمؤثرة على حجم التصريف بالحوض ، فمن الطبيعي كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها ، مما يؤدي إلى زيادة حمولة الوادي . لذلك تكمن أهمية مساحة الحوض في تأثيرها على حجم التصريف المائي داخل الأحواض ، حيث توجد علاقة طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي بشبكة التصريف النهري .

شكل (٣) طول وادي العوتيب وأطوال روافده الرئيسية



المصدر :– من عمل الباحث ٢٠١٩م

تبلغ مساحة وادي العوتيب حوالى (٢٤٦٢ كلم مربع)، وتعتبر من اكبر المساحات لأحواض الأودية مقارنة بأودية منطقة الدراسة ، حيث يأتي في المرتبة الثانية من حيث الطول والمساحة بعد وادي الهواد– شمال مدينة شندي – مما يشير إلى حجم التصريف المائي من خلاله.

(٣) عرض الوادي :-

عرض الوادي له تأثير كبير في تحديد كمية مياه الأمطار التي تجد طريقها إلى الحوض وعلى إحداث الجريان السطحي به ، وهذا بدوره يتحكم في حجم التسرب والتدفق ، وقد ازدادت أهمية دراسة عروض الأحواض خلال العقود الأخيرة عند دراسة أشكال أحواض التصريف ، ويستخدم هذا المتغير عند قياس نسبة طول الحوض إلى عرضه بصفة أساسية للدلالة على شكل الحوض ،وقد اتبع الباحث في تحديد عرض حوض وادي العوتيب ، إيجاد متوسط عدد من القياسات المختلفة لعرض الحوض حيث بلغ (٣٠كلم).

من المعروف أن الأودية التي تتميز بزيادة طولها بالنسبة إلى عرضها ، تتميز بوصول المياه الى المجرى الرئيسي في أوقات مختلفة ، وبالتالي يستمر الجريان لمدة أطول، مع انخفاض قمة الفيضان ، وهذا الأمر تمت ملاحظته بوادي العوتيب الذي عادة ما يستمر فيه الجريان لأوقات طويلة نسبيا مقارنة بالأودية من حوله والتي يكاد عرضها يقترب من طولها.

أما الأحواض العريضة فان المياه تصل إلى المجرى الرئيسي في وقت واحد تقريبا، مما يؤدي الى زيادة قمة الفيضان على حساب فترة الجريان ، والتي تتركز في فترة زمنية محدودة مما يعمل على زيادة كمية الرواسب التي يحملها الوادي. وقد أشارت الدراسة التي سبق وأن أجراها الباحث على بعض الأودية شمال ولاية الخرطوم والتي تمتاز بعرضها إلى دقة هذا الأمر ، حيث تلاحظ انصراف مياهها بسرعة لا تتعدى بضع ساعات، مقارنة باستمرار جريان العوتيب ربما لعدة أيام، علما بأنها تقع تحت ظروف مناخية متشابهة.

(٤)محيط الحوض :-

هو عبارة عن طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض ، حيث يشكل محيط الحوض حجر الزاوية في حساب كثير من المعاملات المورفومترية، التي تعبر عن أشكال الأحواض التصريفية وتضاريسها . يعتبر كبر محيط الحوض دلالة على كبر مساحته وازدياد جريانه السطحي في

مساحات أوسع ، وربما يدل أيضا على كثرة التعرجات وبالتالي فان درجة انتظام الوادي تكون بسيطة . ويبلغ محيط وادي العوتيب حوالى ٢٢٥ كلم.

(٥)شكل الحوض :-

أشكال الأحواض التصريفية لها دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها وتطورها التحاتي ، بحيث يمكن استعمالها كوسيلة في تفسير وتوضيح التطور الجيومورفولوجي لهذه الأشكال ، ودور مختلف المتغيرات البيئية في اتجاه هذا التطور(سلامة ١٩٨٢م) ، وقد تعددت المعاملات المورفومترية التي تقارن أشكال الأحواض بالأشكال الهندسية، مثل الدائرة والمستطيل والمربع والمثلث، إلى جانب قياس العلاقة النسبية بين الطول والعرض الحوضيين، وتعتمد هذه المعاملات في حسابها على الأبعاد التي تم قياسها في الحقل أو الخرائط والصور الفضائية ، وفيما يلي توضيح أهم المعاملات المورفومترية التي تدرس شكل الأحواض:-

(أ) معامل الشكل :

يبرز معامل شكل الحوض العلاقة بين كل من الطول الحوضي والعرض الحوضي ، فتشير القيم المنخفضة إلى الانخفاض النسبي في البسط ، وهذا يعني ازدياد الطول النسبي لأحد بعدى الحوض على حساب الآخر ، كما تشير القيم المرتفعة لهذا المعامل الى ارتفاع قيمة بسط العلاقة (المساحة الحوضية) على حساب مقامها (الطول الحوضي) .

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض/كلم مربع}}{\text{مربع طول الحوض/كلم}}$$

وتبعا لهذه المعادلة فان معامل شكل وادي العوتيب يبلغ (٠,٢٨) وهى قيمة مرتفعة نسبيا ، مما يشير إلى انتظام الشكل العام لحوضه ومؤشرا لتناسق أجزائه.

(ب)معدل الاستطالة :-

يدل معدل الاستطالة على مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل ، ويتفق معظم الباحثين على أن هذا المعدل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال الأحواض التصريفية ، ويشير المدلول الجيومورفولوجي لمعدل الاستطالة إلى تشابه شكل الحوض بالمستطيل عندما تنخفض قيمته إلى أدنى قيمة ، أي يقصر قطر الدائرة ويقارب الصفر، كما

يرتفع هذا المعدل ليصل إلى الواحد الصحيح عندما يتساوى قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض مع أقصى طول للحوض ، أي يصبح شكل الحوض دائريا تماما.

$$\text{معدل استطالة الحوض} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية المساحة الحوض /كلم}}{\text{أقصى طول للحوض كلم}}$$

وتكون النسبة عادة بين الصفر والواحد الصحيح ، وكلما كانت الاستطالة محصورة بين(٠,٦) والصفر ، دل ذلك على استطالة الحوض واقترابه الشديد من الشكل المستطيل،وهذا ما ينطبق على وادي العوتيب ، حيث يبلغ معدل استطالته (٠,٥) وهذه دلالة على تقدم الحوض نحو وصوله إلى مرحلة النضج في دورته الجيومورفولوجية.

(ج)معدل الاستدارة :-

يقصد بها النسبة بين مساحة الحوض ، ومساحة الدائرة التي لها نفس طول محيط الحوض، واستدارة الحوض تساعد كثيرا على معرفة العلاقة بين سرعة الجريان وعامل الزمن وخاصة معرفة وقت الفيضان والتنبؤ به ، ويدل معدل استدارة الحوض على نسبة تقارب شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم ، ويمكن حساب معدل الاستدارة من المعادلة الآتية :-

$$\text{معدل استطالة الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كلم مربع}}{\text{مساحة الدائرة التي نفسلها محيط الحوض كلم مربع}}$$

ويبلغ معدل استدارة وادي العوتيب حوالى (٠,١) وتشير هذه القيمة المنخفضة إلى اقتراب شكله من الشكل المستطيل وبعده عن الشكل الدائري ، وهذا الأمر يشير بدوره إلى تعرض خطوط تقسيم المياه المحيطة بالحوض التصريفي ، مما يؤثر على طول المجاري المائية فيه خاصة ذات الرتب الدنيا عند خطوط تقسيم المياه .

ثانيا :- الخصائص المائية لشبكة التصريف :-

(١) رتب المجاري :-

يعرف الترتيب النهري بأنه نظام تصريف المجاري في حوض التصريف حسب تدرجها الهرمي (Hierarchy) داخل الحوض ، وأفضل الطرق وأكثرها استخداما في ترتيب المجاري المائية هي طريقة سترالر (Strahler ١٩٦٠) للأغراض العامة ، وعملية ترتيب المجاري تساعد في الربط بين الخصائص المختلفة لأحواض التصريف بالعمليات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية، حيث أن

أي زيادة في رتب مجاري شبكة التصريف تزيد من كمية الجريان المائي، وبالتالي زيادة العمليات الجيومورفولوجية وما ينتج عنها من تشكيل لسطح الأرض ، كما تفيد دراسة رتب المجاري في إعطاء صورة واضحة عن نظام شبكة التصريف بالمنطقة ، وتعتبر عملية ترتيب المجاري أهم خطوة في التحليل المورفومتري لشبكة التصريف .

يوضح حساب رتب المجاري المائية لوادي العوتيب ، أن الوادي بلغ المرتبة السابعة، وهذا مؤشر واضح لكمية التصريف عبر حوضه وسيادة العمليات الجيومورفولوجية فيه.

جدول(١) يوضح الخصائص المورفومترية لشبكة تصريف وادي العوتيب

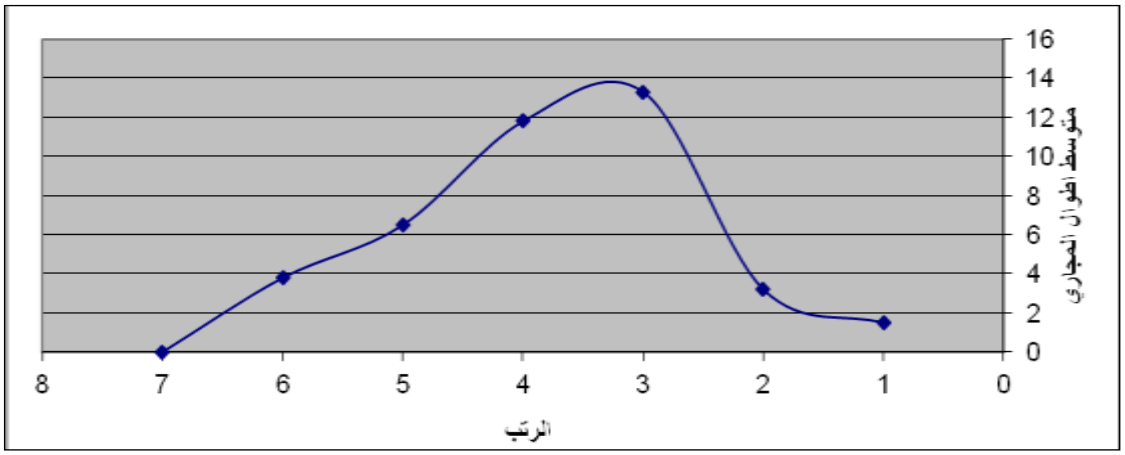
الرتبة	أعداد المجاري	متوسط طول الرتبة\ كلم	مجموع طول مجاريها\ كلم
(١)	١٢٠٤	١,٥	١٨٠٦
(٢)	٣٠٨	٣,٢	٩٨٥,٦
(٣)	٤٦	١٣,٣	٦١١,٨
(٤)	١٧	١١,٨	٢٠٠,٦
(٥)	٦	٦,٥	٣٩
(٦)	٢	٣,٨	٧,٦
(٧)	١	٢٤,٥	٢٤,٥
المجموع	١٥٨٤	-	٣٦٧٥,١

المصدر :- عمل الباحث ٢٠١٩م .

نلاحظ من الجدول (١) ، أن أعداد المجاري تتدرج نحو الأقل كلما اتجهنا نحو الرتب الدنيا، حيث تمثل الرتبة الأولى أعلى عدد في المجاري المائية، تقابلها الرتبة السابعة بأقل عدد في المجاري .ونجد أن زيادة عدد المجاري ناتج عن عملية التساقط وعلاقتها بالبنية الجيولوجية لأحواض التصريف وعمليات التجوية ، فكلما زاد معدل التساقط كانت هناك فرصة لزيادة أعداد المجاري في المنابع العليا ، وتؤدي زيادة أعداد الرتب الى زيادة كمية التصريف وبالتالي كمية المواد المنقولة وسرعة نقلها وحملها ، مما يزيد كمية المواد المترسبة ، وهذا ما يمكننا ملاحظته عند وصول وادي العوتيب الى رتبته السابعة حيث تزيد كمية المواد المترسبة بصورة واضحة .

٤- نسبة التشعب

شكل(٤) يوضح العلاقة بين رتب المجاري ومتوسط اطوالها



المصدر :- عمل الباحث ٢٠١٩م

تكمن أهمية قياس نسبة التشعب لحوض التصريف في إظهار حجم العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية ، فكلما زاد التشعب كلما زاد خطر الفيضان والسيول عقب سقوط الأمطار بكثافة في مناطق التجمع العليا ، وتعرف نسبة التشعب بأنها النسبة بين عدد المجاري التابعة لرتبة معينة ، وعدد المجاري لرتبة أعلى منها مباشرة ، والتي تحسب حسب المعادلة :

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري لرتبة معينة}}{\text{عدد المجاري في الرتبة الأعلى منها مباشرة}}$$

جدول (٢) يوضح نسبة التشعب بوادي العوتيب

الرتبة	نسبة التشعب	الرتبة	نسبة التشعب
الأولى والثانية	٣,٩	الرابعة والخامسة	٢,٨
الثانية والثالثة	٦,٦	الخامسة والسادسة	٣
الثالثة والرابعة	٢,٧	السادسة والسابعة	٢

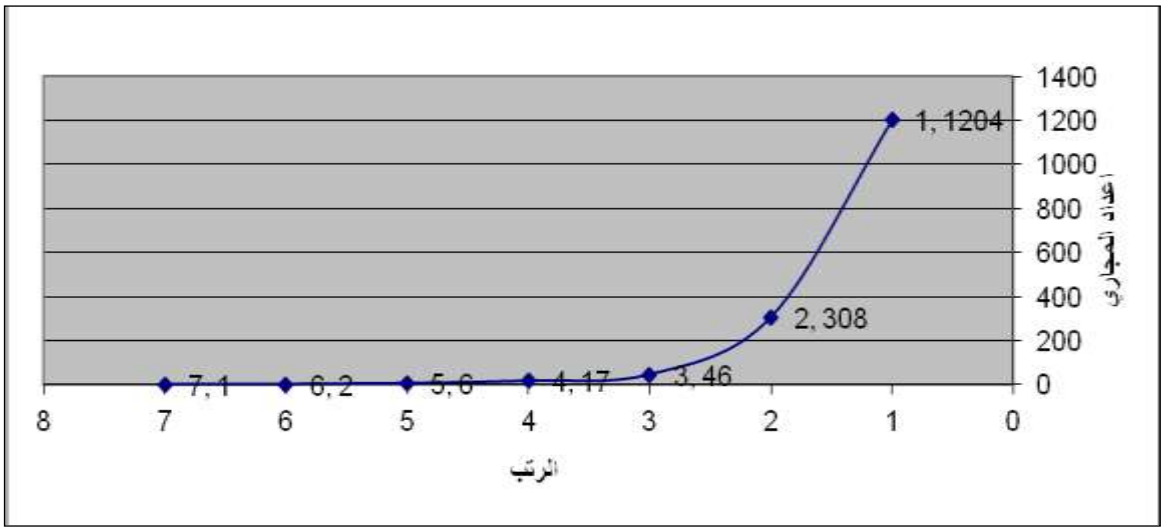
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على الصور الرادارية

من خلال الجدول (٢) تبلغ النسبة العامة للتشعب بوادي العوتيب (٣,٥) ، وغالبا ما تتراوح نسبة التشعب في معظم أحواض المجاري المائية ما بين (٣-٥) .

(٢) أعداد المجاري :-

يقصد بها أعداد المجاري في حوض التصريف ، وتعطي مؤشر على قدرة الوادي التصريفية ، فكلما زاد نشاط الوادي زادت قدرته في إحداث العمليات الجيومورفولوجية من نحت ونقل وإرساب . ومن العوامل المساعدة في زيادة أعداد المجاري ، قلة أو انعدام الغطاء النباتي في أحواض التصريف خاصة في المناطق الجافة ، حيث تتكون مجاري عديدة من الرتبة الأولى والثانية نتيجة للنحت عقب العواصف الرعدية . وتبلغ أعداد المجاري في وادي العوتيب ١٥٨٤ مجرى ، حيث تمثل مجاري الرتبة الأولى ٧٦% ، ومجاري الرتبة الثانية ١٩,٤%، ومجاري الرتبة الثالثة ٢,٩% بينما تمثل نسبة أعداد المجاري في بقية الرتب من الرابعة حتى السابعة ١,٧% .

شكل(٥) يوضح العلاقة بين أعداد المجاري ورتبها



المصدر :- عمل الباحث ٢٠١٩م

(٣) أطوال المجاري :-

لحساب أطوال المجاري في أي حوض أهمية في كثافة التصريف ، ويعرف طول المجاري بأنه مجموع أطوال المجاري في حوض التصريف ، ومن الجدول (١) نلاحظ أن مجموع أطوال مجاري الرتب السبعة لوادي العوتيب بلغ ٣٦٧٥ كلم.

نجد أن متوسط أطوال المجاري للرتب المائية بوادي العوتيب، يأخذ شكلا محدبا نسبة لارتفاع متوسط طول الرتب الوسطى مقارنة بالأولى والثانية والسادسة والسابعة.

(٤) تكرار المجاري :-

يتم من خلال حساب تكرار المجاري قياس النسبة بين أعداد القنوات المائية داخل الحوض والمساحة الحوضية . ويعد تكرار المجاري انعكاسا لمدى تعرض سطح الأحواض للنحت الرأسي والجانبي ، فالأحواض ذات الصخور الهشة ، تنشط فيها التعرية المائية وبالتالي تتقارب معدلات تكرار المجاري في منطقة الحوض .

تعبر هذه العلاقة بين مساحة الحوض ورتبته ، فالمجاري المائية بمختلف رتبها تعمل على زيادة المساحة الحوضية عن طريق النحت الذي تزداد فعاليته مع تزايد أعدادها، خاصة مجاري الرتب الدنيا ، فمثل هذه المجاري تفوق غيرها عددا ، كما أنها تعتبر المرحلة الأولى من تطور المجاري المائية الرئيسية ، ويمكن حساب تكرار المجاري من خلال المعادلة الآتية :-

$$\text{تكرار المجاري} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض}}$$

ويبلغ تكرار المجاري بوادي العوتيب (٠,٦٤ كلم مربع)، وهذا يعني أن الوادي ذو مساحة شبه متزايدة باستمرار تبعا لزيادة مجاري الرتبة الأولى، التي تعمل على زيادة مساحته الحوضية بواسطة النحت الجانبي الذي تسببه هذه المجاري .

(٦) كثافة التصريف : -

تعتبر من أهم الخصائص الطبوغرافية لأحواض التصريف ، لأنها تعطي مؤشرا جيدا لمدى تعرض سطح الأحواض لعمليات النحت بواسطة المجاري المائية ، ولها علاقة وثيقة بحجم التصريف وكمية الرواسب في المجاري ، والظروف الهيدرولوجية والمناخية السائدة ، وتحسب كثافة التصريف تبعا للمعادلة الآتية :-

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري في الحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وتبلغ كثافة تصريف وادي العوتيب(١,٤ كلم اكلم مربع) ، وقد أشار هورتون في عام ١٩٣٢م الى أن أحواض التصريف في الأراضي ذات الانحدار الشديد والغير منفذة للمياه والغزيرة الأمطار ، تتراوح كثافة التصريف فيها ما بين ١كلمإ كلم مربع و٢,٤ كلم اكلم مربع ، ويرى

الباحث بأن السبب وراء انخفاض قيمة كثافة التصريف بوادي العوتيب مرده الى الأرض المنفذة والانحدار .

(٧) نسيج التصريف :-

وهو عبارة عن مقياس لمدى تقطع سطح الحوض ، وهى قيم يمكن على ضوئها معرفة نسيج الحوض ، ويحسب بالمعادلة الآتية :- نسيج التصريف = $\frac{\text{مجموع مجاري الحوض}}{\text{محيط الحوض /كلم}}$

فاذا أشار الناتج الى متوسط قيم أقل من (٤) فان النسيج يكون خشنا ، أما إذا كان بين (٤-١٠) فانه متوسط الخشونة ، أما أذا كان متوسط القيم(أكبر من ١٠) فأن نسيج الحوض في هذه الحالة يكون ناعما . وقد بلغ نسيج حوض تصريف وادي العوتيب (٧,١) مما يشير الى أن نسيج تصريف الوادي متوسط الخشونة.

(٨) نمط تصريف وادي العوتيب :-

يعتبر الشكل العام الذي تظهر به مجموعة مجاري الأودية المختلفة في إقليم ما النتيجة الأساسية المهمة التي تربط بين خصائص التكوين الصخري ونظام بنائه من جهة ، وبين مناخ الإقليم والتطور الجيومورفولوجي لمجاري هذه الأودية في هذا الإقليم من جهة أخرى ، ويؤثر الجريان السطحي للمياه على شكل الأرض بما يشكله من قنوات تختلف أشكالها وتشعباتها وفقا لعدة عوامل، أهمها نوع الصخر من حيث تركيبه، وتجانسه، ونظامه الطبقي، وتأثره بالعوامل الداخلية ، بالإضافة الى المناخ وخاصة الأمطار وتوزيعها ونظام سقوطها والانحدار العام .

تتميز شبكة تصريف وادي العوتيب باتخاذها للنمط الشجري ، ويتكون عادة هذا النمط من أنماط التصريف الذي يتشكل فوق مناطق صخرية أهم ما يميزها هو تجانس صخورها من حيث التكوين الصخري ، ونظام بنية الطبقات . ويظهر هذا النمط من التصريف في الطبقات الصخرية التي تتألف من صخور رسوبية أفقية فوق الطبقات الصخرية المتحولة ، حيث تكون مقاومة الصخور متساوية في كل الاتجاهات ، وليس له أى تأثير في توجيه اتجاه المجرى ، فاتجاهات مجاري المياه تكون عشوائية.

ثالثا :- الخصائص التضاريسية لشبكة تصريف وادي العوتيب :-

(١) معدل التضرس :-

دراسة معدل التضرس للحوض (الانحدار العام) بجانب القطاع الطولي للمجرى ، تعطي مؤشرات عديدة عن الخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأحواض التصريف ، خاصة مدى التطور الذي وصلت اليه ، بالإضافة الى التصريف المائي والحمولة ، ويتم حساب معدل التضرس بالمعادلة الآتية :-

$$\text{معدل التضاريس} = \frac{\text{الفرق بين أعلي نقطة وأدني نقطة}}{\text{أقصى طولى للحوض}}$$

يبلغ معدل تضرس وادي العوتيب (١,٤ متر\ كلم)، وهو معدل صغير نسبيا ويرجع هذا الأمر لضعف هطول الأمطار في العقود الأخيرة ، بجانب الإرسابات الهوائية التي تنتشر في أجزاء واسعة من هذا الوادي ، مما يقلل من فاعلية حركة المياه في عمليتي النحت والإرساب .

(٢) التضرس الكلي :-

يقصد به التضرس العام للحوض من حيث الانخفاض والارتفاع ، ويحسب بإيجاد الفرق بين أعلى نقطة في الحوض وارتفاع مصبه ، وذلك باستخدام المعادلة الآتية:-

$$\text{هـ} = \text{ذ} - \text{ر}$$

حيث أن:

هـ = التضرس الكلي

ذ = أعلى نقطة في الحوض

ر = ارتفاع مصب الحوض

ويبلغ التضرس الكلي لوادي العوتيب حوالى (١٣٠,٥ مترا) .

(٣) التضاريس النسبية :-

توضح التضاريس النسبية العلاقة بين المدى التضاريسي، ومقدار محيط حوض التصريف ، ويعبر عن التضاريس النسبية بالمعادلة الآتية :-

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{الفرق بين أعلي منسوب وأدنى منسوب بالحوض}\frac{\text{متر}}{}\times ١٠٠}{\text{طول محيط الحوض}\frac{\text{كلم}}{}}$$

وتبعا لهذه المعادلة ، فان التضاريس النسبية لحوض العوتيب تساوي (٥٨,٩) ونجد أن ارتفاع قيمة التضاريس النسبية ، عادة ما يرتبط بزيادة أعداد المجاري في الرتبة الأولى، ويمكننا ملاحظة هذا الأمر بوادي العوتيب حيث تشكل مجاري الرتبة الأولى نسبة مقدرة من مجموع أعداد المجاري في الرتب الأخرى .

(٤) قيمة الوعورة :-

تبين قيمة الوعورة العلاقة بين أطوال المجاري في حوض التصريف ، وتضرس سطح الحوض ، حيث تزداد قيمتها مع زيادة الكثافة التصريفية في الحوض من ناحية ، ومع زيادة التضرس الحوضي من ناحية أخرى . وهى من أهم المقاييس المورفومترية التي تعالج العلاقة بين كل من التضرس الحوضي وأطوال المجاري والمساحة الحوضية ، ويعبر عنها بالمعادلة الآتية :-

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{(\text{الفرق بين أعلي منسوب وأدني منسوب في الحوض})}{\text{طول محيط الحوض}}$$

وتبلغ قيمة الوعورة بوادي العوتيب تبعا لهذه المعادلة حوالي (٠,٨) .

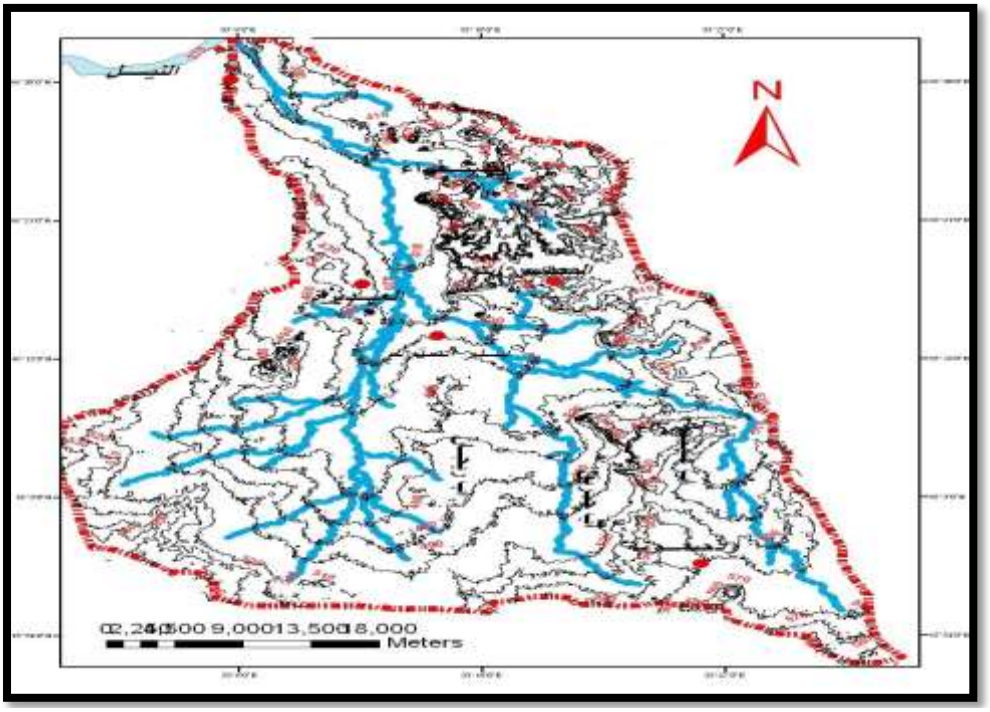
(٥) معامل النسيج الطبوغرافي :-

يقيس هذا المعدل درجة تقارب مجاري شبكة التصريف دون وضع أطوالها في الاعتبار ، ويعبر هذا المقياس عن مدى تقطع أسطح الأحواض بمجاري شبكة التصريف ، ويعبر عنه بالمعادلة الآتية:-

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري في الحوض}}{\text{محيط الحوض /كلم}}$$

ويبلغ معدل النسيج الطبوغرافي لوادي العوتيب حوالي (١٤,٩مجرى \كلم) وحسب تصنيف (Smith ١٩٥٠) فانه يعتبر ناعم النسيج

شكل (٦) خريطة كنتورية لوادي العوتيب



المصدر :- من عمل الباحث استنادا على الصور الرادارية باستخدام GIS

الخاتمة :-

أوضحت الدراسة المورفومترية لوادي العوتيب، أهمية الخصائص المورفومترية في تحديد شكل الوادي ومساحته وكثافة التصريف فيه، بالإضافة الى الخصائص الأخرى والإسهام في تقديم رؤية واضحة لكيفية وضع الدراسات المبنية على هذه الحقائق في تنمية الوادي والاستفادة من مائيته وفقا لمخرجات هذه الدراسة ، والتي اعتمدت بشكل كبير على تحليل بيانات الاستشعار عن بعد ، المتمثلة في الصور الفضائية لاستخلاص المعلومات المتعلقة بالخصائص المورفومترية لحوض التصريف المائي بالوادي والذي أخذ شكلا قريبا من الشكل المستطيل ، وفي ذلك دلالة واضحة على تعرض خطوط تقسيم المياه المحيطة بالحوض التصريفي للوادي ، وهذا بدوره يؤثر على طول المجاري المائية في الوادي خاصة ذات الرتب الدنيا عند خطوط تقسيم المياه .

نجد أن وادي العوتيب من خلال حساب معدل استطالته ، وضح أنه أقرب الى مرحلة النضج في مراحل تطور دورته الجيومورفولوجية ، وقد أكد ذلك انخفاض قيمة استدارة الحوض،والتي يشير انخفاضها الى بعد حوضه من الشكل الدائري.

المراجع :-

- **سلامة ، حسن رمضان (١٩٨٢م) – الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية – مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية– العدد٤٣.**
- **أحمد ، محمد فتح الله (٢٠٠٧م) – جيومورفولوجية بعض الأودية الموسمية شرق وغرب نهر النيل بولاية**
- **الخرطوم – رسالة ماجستير غير منشورة – جامعة الخؤرطوم – السودان**
- **أحمد ، محمد فتح الله محمد (٢٠١٢م) –جيومورفولوجية الأودية في البيئات الجافة وشبه الجافة – دراسة تطبيقية على وادي العوتيب بولاية نهر النيل – السودان – رسالة دكتوراه غير منشورة – جامعة الخرطوم – السودان .**
- **الصالح . محمد عبد الله (١٩٩٢) – بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف – دراسة علمية محكمة – مركز البحوث – جامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية.**
- **منتدى مستقبل المياه في السودان (٢٠٠٦م) – مركز دراسات المستقبل ووزارة الرى والموارد المائية – الخرطوم –السودان.**
- **مركز أبحاث الوديان (٢٠١١م) – تقارير وزارة الرى والموارد البيئية – ولاية نهر النيل – الدامر – السودان .**
- **Strahler, A . N (١٩٦٠) physical geogeaphy (٢nd edition) John Wiley and sons,New York.**
- **Smith. K .G .(١٩٥٠), Standerds for Grading Texture of Erosional Topography, Geol , Soc . Amer.**
- **Small, R . (١٩٨٩) , Geomorphology and Hydrology , Lomg man Group Limited , London.**
- **Hortn , R . E . (١٩٤٥) .Drainage basin characteristics. Trans. Amer.Geophys.U.١٤,٣٥٠-٦١**

Extract :-
The study examined, by research and analysis, the morphometrics of the drainage basin of Wadi Al-Otaib, south of the city of Shendi, Nile River State (Sudan), using GIS techniques and remote sensing, to study the most important morphometric characteristics that characterize the valley basin, such as the drainage network, its related measurements, the shape of the basin and its effect on The amount of water drained from it, the topographic characteristics of the basin and the extent of its impact on the runoff. The study relied on an aerial image showing the drainage valley basin taken from the American Land Sat satellite with an accuracy of thirty meters.
The morphometric study of the valley showed the importance of morphometric characteristics in determining the shape of the valley, whose modulus was about (٠,٢٨), indicating the regularity of the general shape of the valley, which reached an area of about (٢٤٦٢ square kilometers), and the density of drainage in it (١,٤ km / km٢). The percentage of bifurcation in the valley (٣,٥), in additi to other characteristics that contribute to providing a clear vision of how studies based on these facts can be developed in the valley's development, and the use of its water according to the results of this study.
The study recommended deepening and developing concepts of integrated and sustainable development of the systems of these valleys, in order to allow greater opportunity to benefit from their wasted water revenues, by developing action plans and strategies to improve water resources and manage them in these valleys.